

# BIM技术在道路桥梁施工安全管理中的应用与实践

刘 东

四川公路桥梁建设集团有限公司海外分公司 四川 成都 610000

**摘 要：**本文探讨了BIM技术在道路桥梁施工安全管理中的应用与实践，BIM技术作为一种先进的数字化管理工具，通过三维可视化、数据集成性、模拟预测性和协同管理性等特性，有效提升了道路桥梁施工安全管理的效率和准确性。文章分析了道路桥梁施工的特点及其面临的安全风险，指出了传统施工安全管理存在的问题，并详细介绍了BIM技术在安全风险识别、安全方案制定与优化、安全培训教育、安全监测与预警以及安全协同管理等方面的具体应用。BIM技术的应用为道路桥梁施工安全管理提供了全新的解决方案，有助于降低安全事故发生的概率，保障施工安全。

**关键词：**BIM技术；道路桥梁施工；安全管理；应用实践

## 1 BIM 技术概述

BIM技术的核心是信息的集成与共享，其特点主要体现在以下几个方面：

### 1.1 三维可视化

BIM技术能够将传统的二维图纸转化为三维模型，使工程建设项目的各个构件和结构形式以直观的方式呈现。在道路桥梁施工中，通过BIM模型可以清晰地展示桥梁的主体结构、道路的线形以及各种附属设施的位置关系，为施工安全管理提供了可视化的基础。施工管理人员可以通过三维模型提前了解施工过程中可能遇到的安全隐患，如高空作业区域、复杂结构节点等，从而有针对性地制定安全防护措施。

### 1.2 数据集成性

BIM模型不仅包含了工程构件的几何信息，还集成了材料性能、施工工艺、进度计划等多方面的数据。这些数据可以在工程建设的各个阶段进行共享和传递，实现了信息的无缝衔接。在施工安全管理中，通过集成地质勘察数据、设计规范和施工方案等信息，能够更全面地识别施工过程中的安全风险，为安全管理决策提供准确的数据支持。

### 1.3 模拟预测性

利用BIM技术可以对道路桥梁施工过程进行模拟，包括施工进度模拟、受力分析模拟、安全风险模拟等。通过模拟，可以提前发现施工过程中可能出现的安全问题，如支架搭设的稳定性、梁板吊装过程中的受力情况等，并及时采取措施进行优化和调整。这种模拟预测性能够有效降低施工安全事故的发生概率，提高施工安全管理的前瞻性<sup>[1]</sup>。

### 1.4 协同管理性

BIM技术为工程建设各参与方提供一个协同工作的平台。设计单位、施工单位、监理单位等可以在同一个BIM模型上进行工作，实现信息的实时共享和协同管理。在施工安全管理中，各参与方可以通过BIM平台及时沟通安全管理信息，如安全隐患的排查情况、整改措施的落实情况等，提高了安全管理的效率和协同性。

## 2 道路桥梁施工的特点

### 2.1 复杂性与多样性

道路桥梁工程通常涉及线路较长、范围较广，穿越不同的地形、地貌和地质条件。桥梁结构形式多样，包括梁桥、拱桥、斜拉桥、悬索桥等，每种结构形式的施工工艺和技术要求各不相同。道路施工则涉及路基、路面、涵洞、隧道等多个分项工程，每个分项工程又有不同的施工方法和施工要求。这种复杂性和多样性使得道路桥梁施工过程中面临的安全风险也呈现出多样化的特点，增加了施工安全管理的难度。例如，在山区道路施工中，不仅要考虑路基开挖的边坡稳定性问题，还要应对复杂的地质条件可能带来的滑坡、泥石流等自然灾害风险；在大型桥梁施工中，高空作业、深基坑施工、大型构件吊装等环节都存在较高的安全风险。

### 2.2 高风险性

道路桥梁施工过程中存在着诸多高风险作业环节。高空作业是桥梁施工中最常见的高风险作业之一，如桥墩施工、梁体架设等，作业人员在高处进行施工操作，一旦发生坠落事故，后果往往非常严重。深基坑施工也是道路桥梁施工中的高风险环节，尤其是在软土地基或复杂地质条件下，基坑开挖可能导致边坡坍塌、地下水涌出等安全事故。另外，大型机械作业、爆破施工、电气设备使用等环节也都存在着较高的安全风险<sup>[2]</sup>。据统计，在道

路桥施工安全事故中,高空坠落、坍塌、机械伤害、触电等类型的事故占比较高,这些事故不仅会造成人员伤亡,还会导致工程停工、财产损失等严重后果。

### 2.3 施工环境的不确定性

道路桥梁施工大多是露天作业,受自然环境因素的影响较大。气候条件的变化,如大风、大雨、大雪、高温、低温等,都会对施工安全产生不利影响。例如,大风天气会影响高空作业的稳定性,增加作业人员坠落的风险;大雨天气可能导致基坑积水、边坡滑坡等问题;高温天气容易使作业人员中暑,降低工作效率和注意力。施工场地的周边环境也可能对施工安全造成影响,如临近道路、铁路、建筑物等,在施工过程中需要采取相应的安全防护措施,避免对周边环境和人员造成危害。施工环境的不确定性使得道路桥梁施工安全管理需要具备较强的适应性和应变能力,能够及时应对各种突发情况。

## 3 道路桥梁施工安全管理存在的问题

### 3.1 安全隐患排查不到位

在传统的道路桥梁施工安全管理中,安全隐患排查主要依靠管理人员的经验和现场巡查。由于道路桥梁工程规模大、施工环节多,管理人员难以对所有施工区域和作业环节进行全面、细致的排查,容易出现安全隐患遗漏的情况。此外,传统的排查方式缺乏有效的技术手段支持,对于一些隐蔽性较强的安全隐患,如结构内部的缺陷、地下管线的损坏等,难以及时发现。例如,在桥梁支座安装过程中,如果支座的安装质量存在问题,可能不会立即显现出来,但在后续的使用过程中可能会引发结构安全事故。同时,安全隐患排查的记录和整理工作也较为繁琐,难以实现信息的有效共享和追溯,不利于对安全隐患的跟踪和整改。

### 3.2 安全防护措施不完善

由于对施工安全风险的认识不足或重视程度不够,一些道路桥梁施工项目在安全防护措施的制定和实施方面存在不完善的情况。例如,在高空作业区域,临边防护栏杆的设置不规范、安全网的搭设不符合要求等,都可能导致作业人员坠落事故的发生;在深基坑施工中,支护结构的设计不合理、排水措施不到位等,可能引发基坑坍塌事故。此外,安全防护设备的质量和维护也存在问题,一些施工单位为了降低成本,使用不符合安全标准的防护设备,或者对防护设备的维护保养不及时,导致设备性能下降,无法发挥应有的防护作用。安全防护措施的不完善使得施工人员在作业过程中缺乏有效的安全保障,增加了安全事故的发生概率<sup>[3]</sup>。

### 3.3 施工过程中的信息沟通不畅

道路桥梁施工涉及多个参与方,包括建设单位、设计单位、施工单位、监理单位等,各参与方之间的信息沟通不畅是影响施工安全管理的重要因素。在传统的管理模式中,信息的传递主要依靠图纸、文件、会议等方式,这种方式不仅效率低下,而且容易出现信息失真、遗漏等问题。例如,设计单位在设计变更时,未能及时将变更信息传达给施工单位,可能导致施工单位按照原设计进行施工,从而引发安全事故;施工单位在施工过程中发现的安全隐患,未能及时反馈给监理单位和建设单位,可能导致隐患得不到及时处理。此外,施工单位内部各部门之间的信息沟通也存在障碍,如技术部门与安全管理部门之间的信息共享不及时,可能导致安全管理措施与施工技术要求不匹配,影响安全管理的效果。信息沟通不畅使得施工安全管理难以形成合力,无法及时发现和解决施工过程中的安全问题。

## 4 BIM技术在道路桥梁施工安全管理中的应用

### 4.1 基于BIM的施工安全风险识别

#### 4.1.1 建立安全风险数据库

利用BIM技术建立道路桥梁施工安全风险数据库,收集和整理道路桥梁施工过程中可能出现的各种安全风险因素。数据库中包含风险因素的名称、类型、发生概率、危害程度、相关案例等信息,为施工安全风险识别提供了丰富的参考依据。例如,在桥梁桩基施工过程中,数据库中可以包含桩基坍塌、孔内窒息等风险因素的相关信息。通过对历史项目数据的分析和总结,不断完善风险数据库,提高风险识别的准确性和全面性。

#### 4.1.2 三维模型中的风险标注

将安全风险数据库与BIM三维模型进行关联,在模型中对可能存在安全风险的部位进行标注。例如,在桥梁墩柱施工模型中,标注高空作业区域、临边防护薄弱环节等风险点;在道路隧道施工模型中,标注地质条件复杂、容易发生塌方的地段。通过三维模型的可视化展示,施工管理人员可以直观地了解施工过程中存在的安全风险,提高风险识别的效率和准确性。同时,通过模型的动态演示,可以模拟施工过程中风险因素的变化情况,为制定针对性的风险防范措施提供依据。

#### 4.1.3 施工流程模拟与风险预测

利用BIM技术对道路桥梁施工流程进行模拟,分析施工过程中各个环节可能存在的安全风险。通过模拟,可以提前发现施工顺序不合理、工艺安排不当等问题,从而避免因施工流程问题引发的安全事故。例如,在桥梁板吊装施工模拟中,可以分析起重机的站位是否合

理、吊装顺序是否正确,预测吊装过程中可能出现的构件失衡、碰撞等风险。同时,结合施工进度计划和资源配置情况,对施工过程中的安全风险进行动态预测,及时调整施工方案,降低风险发生的概率。

#### 4.2 基于BIM的安全方案制定与优化

在道路桥梁施工安全管理中,BIM技术为安全方案的制定与优化提供了科学依据。施工前,利用BIM模型对道路桥梁工程进行三维可视化展示,安全管理人员能直观了解工程结构、施工流程及周边环境。结合施工进度计划,对不同施工阶段进行安全风险模拟分析,精准识别潜在危险源,如高空作业坠落风险、大型设备碰撞风险等。依据分析结果,制定针对性安全防护措施,如设置安全防护网、规划设备运行路线等,并将措施融入BIM模型,形成初步安全方案。施工过程中,通过实时监测数据与BIM模型对比,及时发现安全方案执行中的偏差。若发现某施工区域人员安全防护不到位,可迅速调整方案,加强该区域安全监管与培训。同时,根据工程变更情况,快速更新BIM模型和安全方案,确保安全措施始终与施工实际相符,提高安全管理的有效性和适应性<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 基于BIM的安全培训教育

基于BIM的安全培训教育打破了传统培训的局限,更具直观性和互动性。利用BIM技术构建逼真的道路桥梁施工虚拟场景,涵盖各种施工工艺和安全风险点。施工人员仿佛置身真实施工现场,通过虚拟操作体验不同施工环节,如桥梁吊装、模板安装等。在虚拟操作中,若出现违规行为,系统会立即提示并展示可能引发的安全事故后果,让施工人员深刻认识到安全操作的重要性。此外,BIM模型还可制作成安全培训动画、视频等资料,以生动形象的方式讲解安全规范和操作流程。施工人员可随时通过移动设备学习,系统还能记录学习进度和考核成绩,方便管理人员跟踪培训效果,针对薄弱环节进行强化培训,提高施工人员的安全意识和操作技能。

#### 4.4 基于BIM的安全监测与预警

BIM技术与传感器技术的结合,为道路桥梁施工安全监测与预警提供了强大支持。在施工现场关键部位安装位移、应力、倾斜等传感器,实时采集数据并传输至BIM模型。BIM模型对数据进行实时分析和处理,以直观的图表和颜色变化展示结构的安全状态。当监测数据超过预

设阈值时,系统自动发出预警信号,在BIM模型中精准定位异常部位,并通过短信、邮件等方式通知相关人员。例如,当监测到桥梁某桥墩沉降异常时,预警信息能迅速传达,使管理人员及时组织专家分析原因,采取加固等措施。BIM模型可对历史监测数据进行存储和分析,预测结构安全发展趋势,为提前制定防范措施提供依据,有效降低安全事故发生的概率。

#### 4.5 基于BIM的安全协同管理

基于BIM的安全协同管理平台打破了各参建单位之间的信息壁垒,实现了高效协同。建设单位、设计单位、监理单位、施工单位等通过平台共享安全信息,包括施工图纸、安全方案、检查记录等。各方可在平台上实时沟通和交流,及时解决施工中出现的安全问题。例如,施工单位发现设计图纸存在安全隐患,可立即在平台上发起讨论,设计单位及时回复并修改设计。监理单位通过平台对施工安全进行实时监督,发现问题及时下达整改通知,施工单位在平台上反馈整改情况,形成闭环管理。另外,平台还可对安全管理工作进行统计和分析,为安全管理决策提供数据支持。通过BIM安全协同管理平台,各方形成合力,共同保障道路桥梁施工安全。

#### 结束语

综上所述,BIM技术在道路桥梁施工安全管理中展现出巨大的应用潜力。通过三维模型的可视化展示和数据的集成分析,BIM技术为施工安全管理提供了科学依据和决策支持。随着技术的不断发展和完善,BIM将在道路桥梁施工安全管理领域发挥越来越重要的作用,进一步推动施工安全管理向智能化、精细化方向发展。未来,应继续深化BIM技术在施工安全管理中的应用研究,不断提升施工安全管理的水平和效果。

#### 参考文献

- [1]李新伟,曾启,樊则森.基于BIM技术的设计与施工协同工作模式研究[J].施工技术,2020,49(5):68-71,90.
- [2]艾志华,陈志运.BIM技术在航电枢纽工程设计中的应用[J].中国水运(下半月),2022,22(11):77-78+81.
- [3]牛蕾.BIM技术在城市轨道交通隧道工程投标报价中的应用研究[J].现代城市轨道交通,2022(11):92-94.
- [4]杨晓剑.BIM技术在公路桥梁施工管理中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2023,(02):163-165.